

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-360777

(43)Date of publication of application : 14.12.1992

(51)Int.Cl.

B25J 3/00

B25J 9/10

G05D 3/12

(21)Application number : 03-159531

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL

(22)Date of filing : 04.06.1991

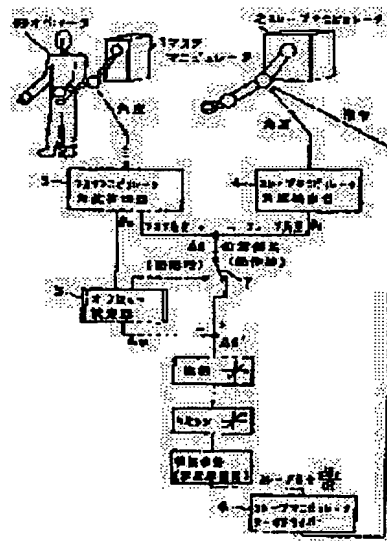
(72)Inventor : OMICHI TAKEO
HIGUCHI MASARU
OKINO AKIHISA
AOKAGE MASAOKI
ONISHI KEN

(54) MASTER-SLAVE MANIPULATOR CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent a slave manipulator from hitting an object around because of its sudden movement so as to heighten safety by decreasing an offset gradually after the start of master-slave control.

CONSTITUTION: At the action start time of controlling a slave manipulator 2 to follow up the movement of a master manipulator 1, an offset θ_{OFF} in position deviation θ between the master manipulator 1 and the slave manipulator 2 is set by a setter 5. After the action start, the set offset θ_{OFF} is gradually decreased in order to prevent the slave manipulator 2 from hitting an object around because of its sudden movement and also to start master-slave action promptly.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-360777

(43) 公開日 平成4年(1992)12月14日

(51) IntCl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J	3/00	B 9147-3F		
	9/10	A 9147-3F		
G 0 5 D	3/12	M 9179-3H		

審査請求 有 請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-159531

(22) 出願日 平成3年(1991)6月4日

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(72) 発明者 大道 武生

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 樋口 優

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 沖野 見久

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

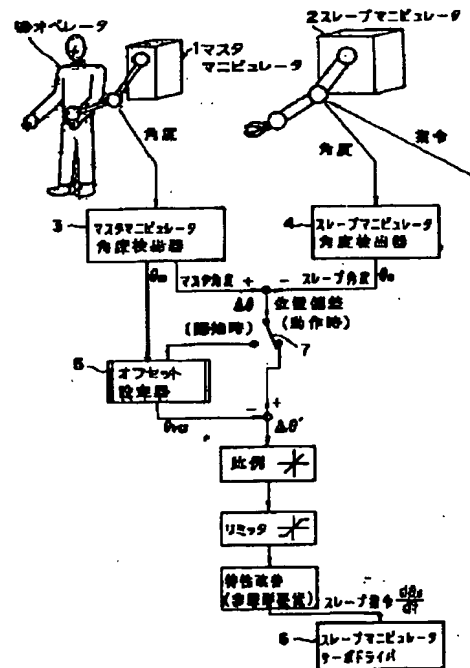
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マスタ・スレーブマニピュレータの制御方法

(57) 【要約】

【目的】 マスタ・スレーブマニピュレータのマスタとスレーブの姿勢が異なるオフセット方式の制御にあってオフセットを少なくするものである。

【構成】 動作開始時にはマスタとスレーブの位置偏差によるオフセットを決め、動作と共にオフセットを次第に減少させ、最終的にオフセットを零にするようにしたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスタマニピュレータの動きをスレーブマニピュレータに追従させるマスタ・スレーブマニピュレータの制御方法において、マスタ・スレーブマニピュレータの動作開始時には、マスタマニピュレータとスレーブマニピュレータとの位置偏差にてオフセットを設定し、マスタ・スレーブマニピュレータの動作開始後は上記オフセットを徐々に減少させることを特徴とするマスタ・スレーブマニピュレータの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は遠隔操作ロボットのマスタ・スレーブマニピュレータに適用される制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 マスタ・スレーブマニピュレータの制御開始に当っては、マスタマニピュレータ（以下マスタと称する）とスレーブマニピュレータ（以下スレーブと称する）とが偏差なく同一位置にあるとは限らない。このため、制御に当っては、例えば以下（1）（2）（3）に示すような制御手法が考えられている。

【0003】（1） 制御開始と同時にマスタ・スレーブ制御を行なう方法

通常、最も多く使われている図5に示すようなマスタ・スレーブ制御である。この制御は、マスタ1の角度検出器3による関節角 θ_m からスレーブ2の角度検出器4による関節角 θ_s を差し引いた偏差を $\Delta\theta$ とし、この偏差 $\Delta\theta$ に最適な角度ゲイン K を乗じ、リミッタやヒステリシス等の制御特性ならびにオペレータ10の操作性を改善する処置を行ない、アクチュエータの指令値 $d\theta/dt$ を得てスレーブのサーボドライバ6を動作させるものである。このように、制御開始と同時にマスタ・スレーブ制御を行なうとき、マスタ1とスレーブ2の偏差が大きい場合には、開始と同時にスレーブ2が最大速度でマスタ1の関節角に追従する動作をする。

【0004】（2） 各関節ごとにマスタとスレーブの角度が合致した時点からマスタ・スレーブ制御とする方法

この方法では制御を開始しても、一般的にはすぐにはスレーブは動き出さない。オペレータはマスタの関節を正転あるいは逆転させながら一軸ずつスレーブの関節角に合せて、一致した軸からスレーブがマスタに追従するというマスタ・スレーブ制御を開始する。

【0005】（3） 動作開始時のマスタとスレーブ間の位置偏差をオフセットとし、そのまま動作させる方法
動作開始時のマスタとスレーブ間の位置偏差をそのままオフセットして制御装置にセットし、マスタ・スレーブ制御を行なう。この方法ではマスタとスレーブの姿勢は必ずしも同じとはならない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の手法（1）（2）（3）では次の問題が生ずる。

（1） 制御開始と同時にマスタ・スレーブ制御とする方法。

通常は制御開始時のマスタ1とスレーブ2の姿勢は大きく異なるため、制御開始と同時に急激にスレーブ2が動き、周囲の物体や自分自身に衝突する恐れがあったんへん危険である。最大速度が速いマニピュレータや大きなマニピュレータほど危険であり、実用機に適用することは問題が多い。

【0007】（2） 各関節ごとにマスタとスレーブの角度が合った時点からマスタ・スレーブ制御とする方法。

上記（1）に比べ、急激に動くことはないので安全である。しかし、オペレータがスレーブを見ながら一軸ずつ関節角を合わせていくので全軸が合って作業を始められるまで時間がかかる。特に、マスタ・スレーブ制御の間に自動制御、自律制御でスレーブのみが作動するような制御を行なう場合は、マスタ・スレーブ制御を再開するたびにこれらの角度合せ動作を行なわなければならない。これらはあまりに煩雑かつ時間がかかり、非実用的となる。また、スレーブの周囲に障害物が多くある環境では、角度合わせ動作がやりにくい。

【0008】（3） 動作開始時のマスタとスレーブ間の位置偏差をオフセットし、そのまま動作させる方法
この方法では、動作開始時のスレーブの動きによる危険や角度合わせに要する時間の問題はないが、マスタとスレーブの姿勢が異なっているため作業がやりにくい場合がある。特に双腕マニピュレータでは、マスタとスレーブの姿勢の差異によってはスレーブマニピュレータは干渉していないのにマスタ同士が干渉して作業が出来ない場合もある。また、動作範囲を最大限に利用する場合スレーブがまだ動作範囲内であるのに、マスタが限界に達してしまい作業が出来ない状態も生ずる。

【0009】 本発明は、安全性の点から有利でありかつ角度合せ操作の時間の浪費を除くオフセット方式を採用し、しかもオフセット方式のマスタとスレーブの姿勢が異なるという問題を除去するようにしたマスタ・スレーブマニピュレータの制御方法の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上述の目的を達成するための本発明は、マスタマニピュレータの動きをスレーブマニピュレータに追従させるマスタ・スレーブマニピュレータの制御方法において、マスタ・スレーブマニピュレータの動作開始時には、マスタマニピュレータとスレーブマニピュレータとの位置偏差にてオフセットを設定し、マスタ・スレーブマニピュレータの動作開始後は上記オフセットを徐々に減少させることを特徴とする。

【0011】

【作用】 マスタの移動方向が、動作開始時に設定したオ

フセットを増大させる方向の場合には、そのままのオフセットを保ち、マスタの移動方向がオフセットを減少させる方向の場合には、オフセットを減少させるよう変更させ、最終的にオフセットを零にする。

【0012】

【実施例】ここで、図1～図4とを参照して本発明の実施例を説明する。なお、図1においては、図5と同様1軸分の関節の制御ブロックで、同一部分には同符号を付す。図1において、1はマスタマニピュレータ（マスタ1とする）、2はスレーブマニピュレータ（マスタ2とする）、3はマスタマニピュレータ角度検出器（角度検出器3とする）、4はスレーブマニピュレータ角度検出器（角度検出器4とする）、6はサーボドライバである。角度検出器3、4の角度 θ_m 、 θ_s は、減算器にて減算され $\Delta\theta = \theta_m - \theta_s$ 、となって位置偏差 $\Delta\theta$ がえられる。この位置偏差 $\Delta\theta$ は、切換スイッチ7により制御開始時と動作時とに切換えられて、制御開始時にはオフセット設定器5に送られ、動作時にはオフセット設定器5の出力 θ_{off} と減算器にて算出されて新たな偏差 $\Delta\theta'$ を算出し、適当な定数を乗じた比例演算、リミッタ、特性改善の処理を行ない、スレーブ指令 $d\theta/dt$ としサーボドライバ6を駆動する。そして、このサーボドライバ6にてアクチュエータが動きスレーブ2が動作する。

【0013】このうち、切換スイッチ7は、制御開始直後は $\Delta\theta$ がオフセット設定器5に一瞬送られるだけで足りるので、例えば電氣的なタイマ回路等により自動的に開始時から動作時に切換わるようにできる。この切換スイッチ7による開始時での偏差 $\Delta\theta$ は、図2にも示すようにオフセット発生のために用いられる。この偏差 $\Delta\theta$ をマスタ1とスレーブ2の肩軸の第1関節を例としてみた場合には、図3(a)の θ_m のマスタに対し図3(b)の θ_s のスレーブとなって、 $\Delta\theta$ が生じるように図示できる。

【0014】次に、オフセット設定器5につき説明するに、この設定器は図2に示すブロックを有する。まず、制御開始直後での切換スイッチ7により偏差 $\Delta\theta$ がオフセット発生器5dに入力されてオフセット θ_{off} が設定される。次に、動作時角度検出器3からのマスタ角度 θ_m が入力されると、角速度算出部5aにて角速度 $d\theta_m/dt = d\theta/dt$ が得られる。ついで、符号判定部5bにてマスタ角速度 $d\theta_m/dt$ が最初設定されたオフセット θ_{off} と同符号か否かを判定する。つまり、角速度 $d\theta_m/dt$ がオフセット θ_{off} を増大させる方向にあるか減少させる方向にあるかを判定し、符号が同符号で増大させる方向の場合は予め設定されたオフセット θ_{off} をそのまま出力し、異符号で減少させる場合にはオフセット変更部5cにてオフセットが変更される。このオフセット変更部5cの出力は、オフセット発生器5dに至り、当初の偏差 $\Delta\theta$ によるオフセット θ_{off} を減少

するように変更する。減少に当たっては、オフセット変更部5cにて例えば $K \cdot d\theta_m/dt$ を設定されたオフセットに加えたりすることで変更できる。これによれば、速く動かすとオフセットは速く零になり、逆にマスタをゆっくり動かせば、オフセットもゆっくり零となる。このようにして予め決められたオフセット θ_{off} により、まず動作時には偏差 $\Delta\theta$ が減算されて図3(c)に示す新たな偏差 $\Delta\theta'$ となり、スレーブ2へのマスタ1の接近によってオフセット θ_{off} の減少変更なされ、 $\theta_{off} = 0$ によってマスタ1とスレーブ2の動きが合致するようになる。

【0015】図4は、1軸分の回路図であり、主にオフセット設定器5の図1、図2より更に具体的に構成を示す。図4において、11はマスタの関節角のポテンシオメータ、12はマスタの角速度検出のタコジェネレータ、21はスレーブの関節角検出のポテンシオメータ、22はスレーブの角速度のタコジェネレータである。ポテンシオメータ11及びスレーブのポテンシオメータ21からインバータ31を経て関節角 θ_m 、 θ_s は、加算器32を介してスイッチ40にて切換えられ、制御開始時の接点bか動作時の接点aかに投入される。一方、マスタのタコジェネレータ12の角速度は、オフセット設定器に入力され、このオフセット設定器内では、しきい値との比較器34（0または1を出力する）、定数設定器36、乗算器35、及び積分器42を有し、更に切換スイッチ40のb接点につながるサンプルホールド回路33を経て積分器42の出力との加算を行なう加算器32を有する。また、オフセット設定器の出力は、オフセット $\theta_{off} = 0$ にて切れるスイッチ41を介して加算器32に入力され、定数設定器36、リミッタ37、特性改善（例えばデッドゾーン発生）回路38、速度フィードバックサーボアンプ39に至る。

【0016】かかる図4の回路にて動作開始時の切換スイッチ40は接点bにより前述の $\Delta\theta$ がサンプルホールドされる。この後、マスタの動作により角速度 $d\theta_m/dt$ が比較器34に入力され、 $d\theta_m/dt \geq 0$ の場合比較器34の出力は零、 $d\theta_m/dt < 0$ の場合比較器34の出力が「1」となる。この比較器出力と定数 K_1 を乗算して積分することにより加算器32の入力は $K_1 \int d\theta/dt$ となり、よって加算器32の出力 θ_{off} が $K_1 \int d\theta/dt + \Delta\theta$ となる。この場合、 K_1 の値により動作後すぐにオフセットを0にしたり長時間をかけて0にしたりすることができる。なお、図4ではしきい値を設定してそれ以上の角速度では一定速度で減少してゆくようにしたのものであるが、図2ではオフセットの減少速度はマスタの関節角速度に比例されていることが異なっている。

【0017】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、次の(1)(2)(3)の効果を得ることができる。

(1) 安全性の向上

マスタ・スレーブ制御を開始すると徐々にオフセットをなくす方向に動くため、不意に急激に動いて周囲の物体に当たったりする恐れがない。

(2) 位置合せ時間の排除

一軸ずつ合わせる手法で必要な動作開始時の準備時間が不要となり、マスタ・スレーブ動作を迅速に開始出来る。

(3) オフセットにより生ずる動作範囲の制御の排除

動作開始後しばらくするとオフセットはなくなるためマスタとスレーブ間のオフセットにより、スレーブの動作範囲に制御を受けることがなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を説明する制御ブロック図である。

【図2】図1のオフセット設定器のブロック図である。

【図3】マスタ・スレーブの偏差とオフセットの説明図である。

【図4】具体的なアナログ回路図である。

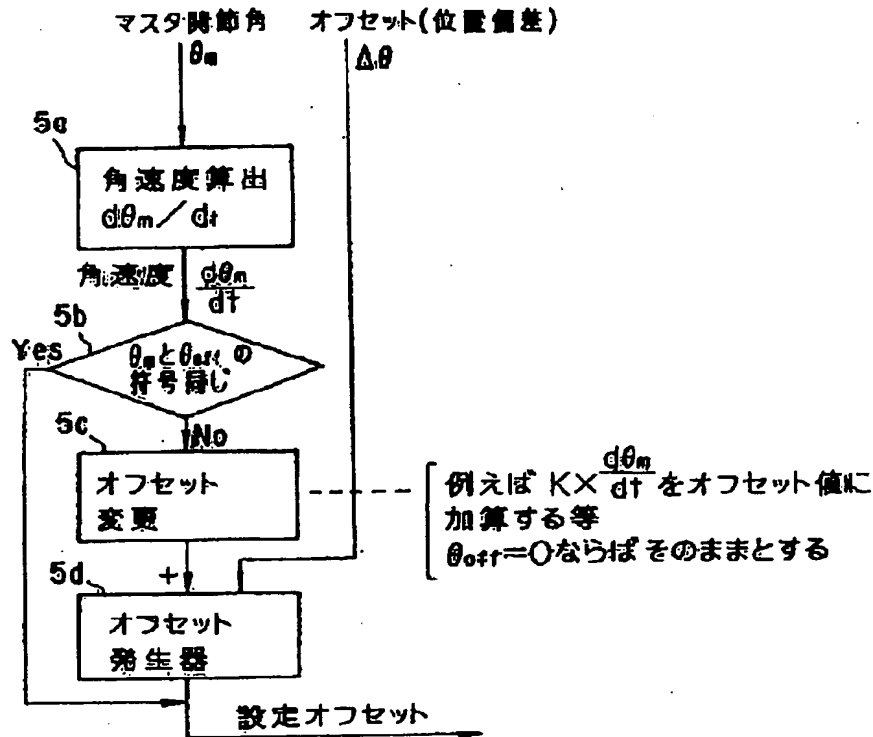
【図5】従来のマスタ・スレーブ制御ブロック図であ

る。

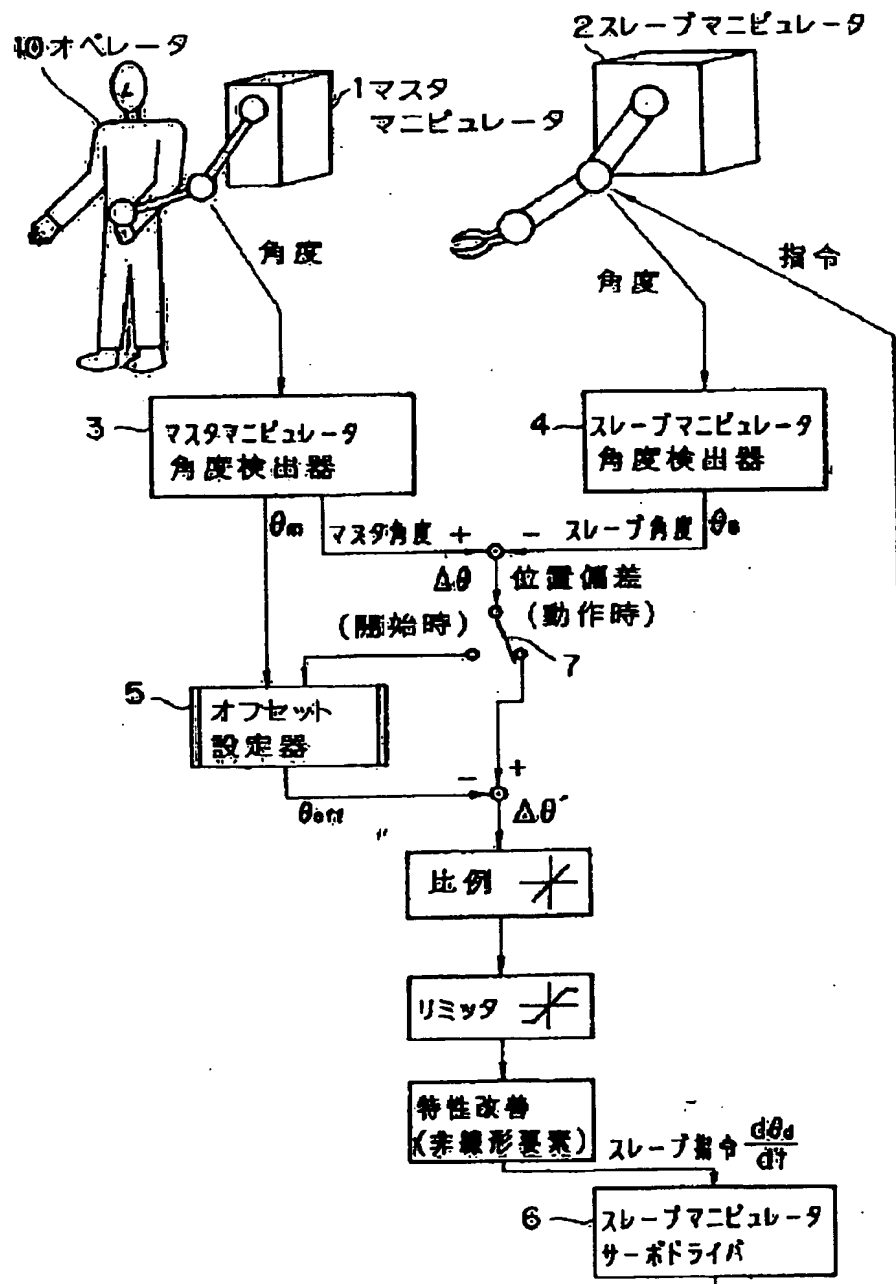
【符号の説明】

- 1 マスタマニピュレータ
- 2 スレーブマニピュレータ
- 3, 4 角度検出器
- 5 オフセット設定器
- 5a 角速度算出部
- 5b 符号判定部
- 5c オフセット変更部
- 5d オフセット発生部
- 7 切換スイッチ
- 11, 21 ポテンショメータ
- 12, 22 タコジェネレータ
- 32 加算器
- 33 サンプルホールド回路
- 34 比較器
- 35 乗算器
- 36 定数設定器
- 40, 41 スイッチ
- 42 積分器

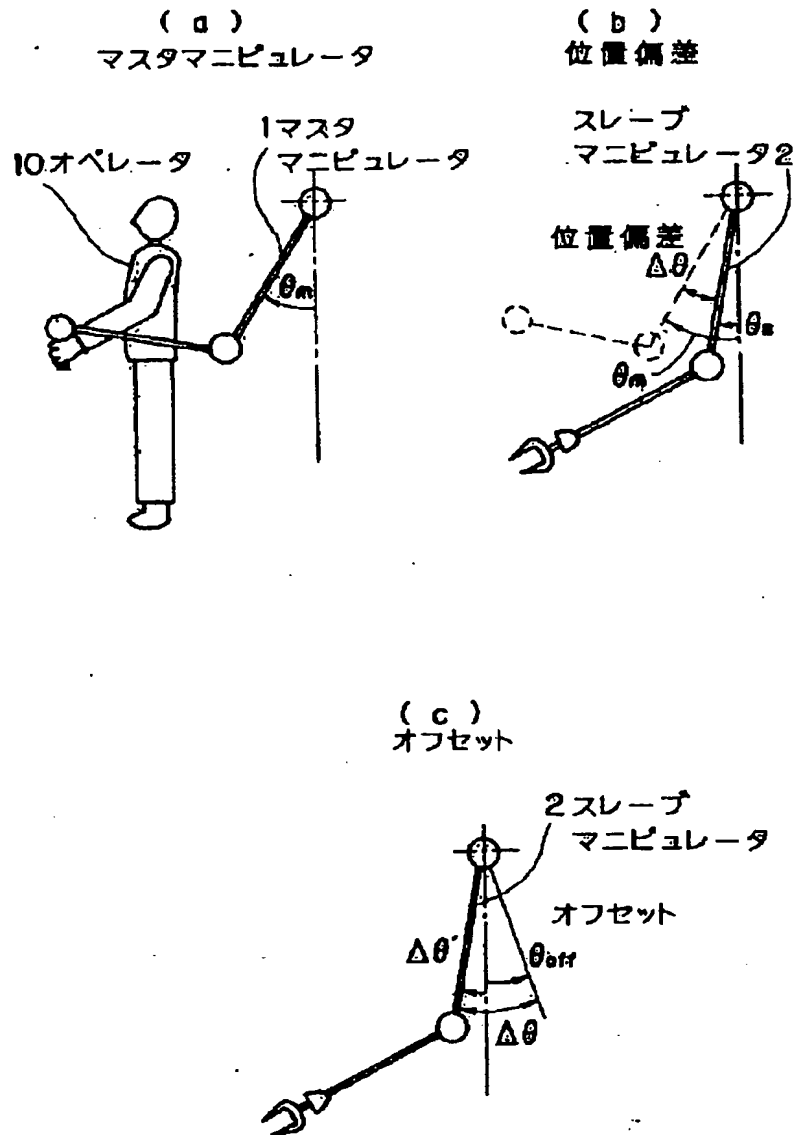
【図2】



【図1】



【図3】



(マスアンプ・ユニット)

10 ポテンシオメータ

12 タコジェネレータ

21 (スレーブ・アンプ・ユニット) ポテンシオメータ

22 タコジェネレータ

23 モータ

24 230V ジェネレータ

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

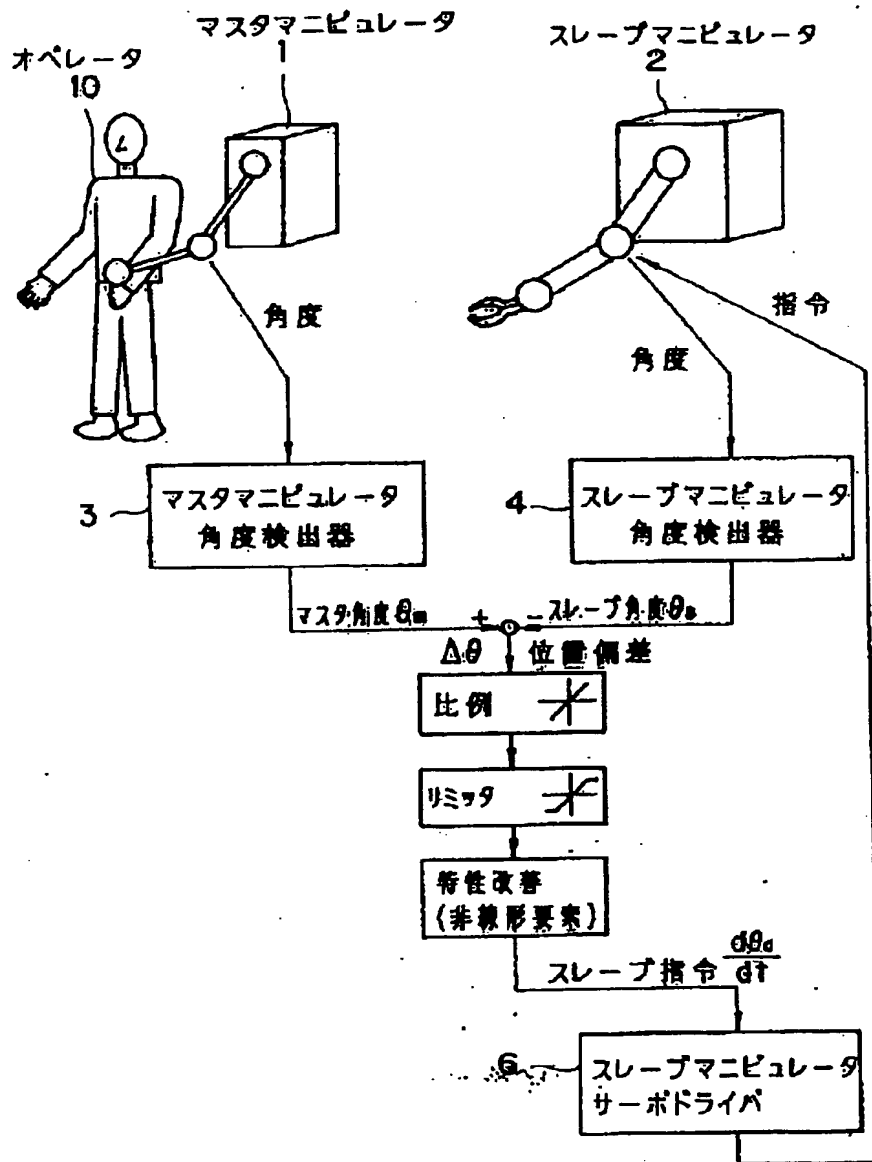
455

456

457

45

【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 青景 正明
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番一
号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72)発明者 大西 献
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番一
号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.